

Contenido abreviado

Prefacio xxvii

Para el estudiante xxxiii

Parte 1 LA ORGANIZACIÓN DE LA VIDA 1

- 1 Una visión de la vida 1
- 2 Átomos y moléculas: Los fundamentos químicos de la vida 25
- 3 La química de la vida: Compuestos orgánicos 45
- 4 Organización de la célula 73
- 5 Membranas biológicas 106
- 6 Comunicación celular 134

Parte 2 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS VIVOS 152

- 7 Energía y metabolismo 152
- 8 Cómo producen ATP las células: Mecanismos de liberación de energía 171
- 9 Fotosíntesis: Captura de energía 191

Parte 3 LA CONTINUIDAD DE LA VIDA: GENÉTICA 211

- 10 Cromosomas, mitosis y meiosis 211
- 11 Los principios básicos de la herencia 234
- 12 DNA: El portador de la información genética 260
- 13 Expresión génica 279

- 14 Regulación génica 304
- 15 Tecnología del DNA y genómica 322
- 16 El genoma humano 346
- 17 Genética del desarrollo 368

Parte 4 LA CONTINUIDAD DE LA VIDA: EVOLUCIÓN 390

- 18 Introducción a la evolución darwiniana 390
- 19 El cambio evolutivo en las poblaciones 412
- 20 Especiación y macroevolución 428
- 21 Origen e historia evolutiva de la vida 447
- 22 Evolución de los primates 466

Parte 5 LA DIVERSIDAD DE LA VIDA 482

- 23 Para comprender la diversidad: Sistemática 482
- 24 Virus y procariontes 500
- 25 Protistas 530
- 26 Reino Fungi 555
- 27 Reino Plantae: Plantas sin semillas 581
- 28 Reino Plantae: Plantas con semillas 600
- 29 El reino Animal: Una introducción a la diversidad animal 619
- 30 El reino Animal: Los Protóstomos 640
- 31 El reino Animal: Los Deuterostomados 667

**Parte 6 ESTRUCTURA Y PROCESOS VITALES
EN PLANTAS 698**

- 32** Estructura, crecimiento y diferenciación de las plantas 698
- 33** Estructura y función de las hojas 715
- 34** Tallos y transporte en plantas vasculares 731
- 35** Raíces y nutrición mineral 748
- 36** Reproducción en las plantas con flores 767
- 37** Crecimiento y desarrollo de las plantas 789

**Parte 7 ESTRUCTURA Y PROCESOS VITALES
EN ANIMALES 807**

- 38** Introducción a la estructura y la función animales 807
- 39** Protección, sostén y movimiento 827
- 40** Comunicación nerviosa 845
- 41** Regulación nerviosa 865
- 42** Sistemas sensoriales 893
- 43** Transporte interno 919
- 44** El sistema inmunitario: defensa interna 944
- 45** Intercambio gaseoso 970
- 46** Alimentación y nutrición 989
- 47** Osmorregulación y eliminación de los desechos metabólicos 1011

- 48** Regulación endocrina 1028
- 49** Reproducción 1051
- 50** Desarrollo animal 1080
- 51** Comportamiento animal 1101

**Parte 8 LAS INTERACCIONES DE LA VIDA:
ECOLOGÍA 1126**

- 52** Introducción a la ecología: Ecología de poblaciones 1126
- 53** Ecología de comunidades 1146
- 54** Ecosistemas y biosfera 1166
- 55** Ecología y la geografía de la vida 1189
- 56** Cuestiones ambientales globales 1212

- Apéndice A Tabla periódica de los elementos A-1
- Apéndice B Clasificación de los organismos A-2
- Apéndice C Comprensión de los términos biológicos A-6
- Apéndice D Abreviaturas A-9
- Apéndice E Respuestas a las preguntas de autoevaluación A-11
- Glosario G-1
- Índice I-1

Parte 1 LA ORGANIZACIÓN DE LA VIDA 1

1 UNA VISIÓN DE LA VIDA 1

Tres temas básicos 2

Características de la vida 2

Los organismos están compuestos de células 2

Los organismos crecen y se desarrollan 3

Los organismos regulan sus procesos metabólicos 3

Los organismos responden a estímulos 4

Los organismos se reproducen 5

Las poblaciones evolucionan y se adaptan a su ambiente 5

Niveles de organización biológica 6

Los organismos tienen varios niveles de organización 6

Pueden identificarse varios niveles de organización ecológica 6

Transferencia de información 6

El DNA transmite información de una generación a la siguiente 6

La información se transmite mediante señales químicas y eléctricas 8

Evolución: el concepto unificador fundamental de la biología 9

Los biólogos utilizan un sistema binomial para nombrar a los organismos 9

La clasificación taxonómica es jerárquica 9

El árbol de la vida incluye tres dominios y seis reinos 11

Las especies se adaptan en respuesta a los cambios en su entorno 11

La selección natural es un mecanismo importante por el cual la evolución avanza 11

Las poblaciones evolucionan como resultado de presiones selectivas derivadas de cambios en su ambiente 13

La energía para la vida 14

El proceso de la ciencia 15

La ciencia requiere procesos de pensamiento sistemático 16

Los científicos hacen observaciones cuidadosas y se plantean preguntas críticas 16

El azar a menudo tiene un papel importante en el descubrimiento científico 16

Una hipótesis es una afirmación verificable 17

Muchas predicciones pueden probarse mediante experimentación 17

Los investigadores deben evitar el sesgo 18

Los científicos interpretan los resultados de los experimentos y llegan a conclusiones 18

Una teoría se apoya en hipótesis comprobadas 20

Muchas hipótesis no pueden comprobarse mediante experimentación directa 20

Los cambios paradigmáticos permiten nuevos descubrimientos 21

La biología de sistemas integra diferentes niveles de información 21

La ciencia tiene dimensiones éticas 21

2 ÁTOMOS Y MOLÉCULAS: LOS FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA VIDA 25

Elementos y átomos 26

Un átomo se identifica de manera inequívoca por su número de protones 27

La suma de protones y neutrones determina la masa atómica 28

Los isótopos de un elemento difieren en el número de neutrones 28

Los electrones ocupan orbitales que se corresponden con niveles de energía 29

Reacciones químicas 29

Los átomos forman moléculas y compuestos 29

Las fórmulas químicas simplificada, molecular y estructural proporcionan diferente información 30

Un mol de cualquier sustancia contiene el mismo número de unidades 31

Las ecuaciones químicas describen reacciones químicas 31

Enlaces químicos 31

En los enlaces covalentes se comparten electrones 31

Los enlaces iónicos se forman entre cationes y aniones 33

Los enlaces de hidrógeno son atracciones débiles 35

Las interacciones de van der Waals son fuerzas débiles 36

Reacciones redox 36

Agua 36

Entre las moléculas de agua se forman puentes de hidrógeno 37

Las moléculas de agua interactúan con sustancias hidrófilas mediante enlaces de hidrógeno 37

El agua ayuda a mantener estable la temperatura 38

Ácidos, bases y sales 39

El pH es una medida apropiada de acidez 40

Los amortiguadores minimizan los cambios del pH 40

Un ácido y una base reaccionan formando una sal 41

3 LA QUÍMICA DE LA VIDA: COMPUESTOS ORGÁNICOS 45

Átomos y moléculas de carbono 46

Los isómeros tienen la misma fórmula molecular pero diferente estructura 47

Los grupos funcionales modifican las propiedades de las moléculas orgánicas 48

Numerosas moléculas biológicas son polímeros 50

Hidratos de carbono 50

Los monosacáridos son azúcares simples 51

Los disacáridos están formados por dos unidades de monosacárido 52

Los polisacáridos pueden almacenar energía o realizar funciones estructurales 52

Algunos hidratos de carbono modificados y complejos tienen funciones especiales 54

Lípidos 56

El triacilglicerol se forma a partir de glicerol y tres ácidos grasos 56

Los ácidos grasos saturados e insaturados se diferencian en sus propiedades físicas 56

Los fosfolípidos son componentes de las membranas celulares 57

Los carotenoides y otros muchos pigmentos derivan de unidades de isopreno 57

Los esteroides poseen cuatro anillos de átomos de carbono 57

Algunos mediadores químicos son lípidos 58

Proteínas 59

Los aminoácidos son las subunidades de las proteínas 62

Las proteínas tienen cuatro niveles de organización 63

La secuencia de aminoácidos de una proteína determina su conformación 66

Ácidos nucleicos 67

Algunos nucleótidos son importantes en las transferencias de energía y en otras funciones celulares 68

Identificación de las moléculas biológicas 70

4 ORGANIZACIÓN DE LA CÉLULA 73

La teoría celular 74

Organización y tamaño celular 74

La organización de todas las células es básicamente similar 74

El tamaño celular es limitado 74

El tamaño y la forma de la célula están relacionados con la función 76

Métodos para estudiar las células 76

Los microscopios ópticos se utilizan para estudiar células teñidas o vivas 76

Los microscopios electrónicos proporcionan una imagen de alta resolución que se puede ampliar enormemente 78

Los biólogos utilizan técnicas bioquímicas para estudiar los componentes de la célula 78

Células procariontes y eucariontes 80

Membranas celulares 81

El núcleo de la célula 84

Aplicación de conceptos: *Acetabularia* y el control de las actividades celulares 86

Organelos del citoplasma 88

Los ribosomas fabrican proteínas 89

El retículo endoplásmico es una red de membranas internas 90

El complejo de Golgi procesa, clasifica y modifica las proteínas 91

Los lisosomas son compartimentos para la digestión 92

Las vacuolas son grandes sacos llenos de líquido con diversas funciones 93

Los peroxisomas metabolizan compuestos orgánicos pequeños 94

Las mitocondrias y los cloroplastos son organelos que convierten la energía 94

Las mitocondrias producen ATP a través de la respiración celular 94

Los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química por medio de la fotosíntesis 96

El citoesqueleto 97

Los microtúbulos son cilindros huecos 97

Los microfilamentos están compuestos de cadenas entrelazadas de actina 99

Los filamentos intermedios ayudan a estabilizar la forma celular 101

Cubiertas celulares 102

5 MEMBRANAS BIOLÓGICAS 106

La estructura de las membranas biológicas 107

Los fosfolípidos forman bicapas en un entorno acuoso 107

Los datos actuales apoyan el modelo estructural de mosaico fluido de las membranas 108

Las membranas biológicas son fluidos bidimensionales 109

Las membranas biológicas se fusionan y forman vesículas cerradas 110

Las proteínas de membrana pueden ser integrales y periféricas 110

Las proteínas se orientan asimétricamente a través de la bicapa 111

Las proteínas de membrana participan en el transporte, en la transferencia de información y funcionan como enzimas 113

Paso de materiales a través de las membranas celulares 114

Las membranas biológicas representan una barrera para las moléculas polares 115

Las proteínas de transporte trasladan moléculas a través de las membranas 115

Transporte pasivo 115

La difusión se produce a favor de un gradiente de concentración 116

La ósmosis es la difusión del agua a través de membranas semipermeables 116

La difusión facilitada se realiza a favor de gradiente de concentración 118

Transporte activo 120

Los sistemas de transporte activo “bombean” sustancias en contra de su gradiente de concentración 120

Las proteínas transportadoras pueden transportar uno o dos solutos 122

Los sistemas de cotransporte proporcionan energía indirectamente para el transporte activo 122

Exocitosis y endocitosis 123

En la exocitosis, las vesículas exportan moléculas grandes 123

En la endocitosis, la célula importa materiales 123

Uniones celulares 127

Las uniones de anclaje conectan las células de una capa epitelial 127

Las uniones estrechas sellan los espacios intercelulares entre algunas células animales 127

Las uniones en hendidura permiten la transferencia de moléculas pequeñas y iones 128

Los plasmodesmos permiten que ciertas moléculas y iones se muevan entre las células vegetales 129

6 COMUNICACIÓN CELULAR 134

Señalización celular: un resumen general 135

Envío de señales 136

Recepción 137

Las células regulan la recepción 138

En la superficie celular se encuentran tres tipos de receptores 138

Algunos receptores son intracelulares 140

Transducción de señales 140

Los receptores asociados a canales iónicos abren o cierran canales 140

Los receptores acoplados a proteína G inician la transducción de señales 141

Los segundos mensajeros son agentes de señalización intracelular 141

Los receptores con actividad enzimática funcionan de manera directa 144

Muchos receptores intracelulares son factores de transcripción 144

Las proteínas de andamiaje aumentan la eficacia 145

Las señales pueden transmitirse en más de una dirección 145

Respuestas a las señales 145

La respuesta a una señal se amplifica 146

Las señales deben terminarse 147

Evolución de la comunicación celular 147

Energía y metabolismo 155

La entalpía es la energía potencial total de un sistema 155

La energía libre está disponible para realizar trabajo celular 155

Las reacciones químicas implican cambios en la energía libre 155

La energía libre disminuye durante una reacción exergónica 155

La energía libre aumenta durante una reacción endergónica 156

La difusión es un proceso exergónico 156

Los cambios de energía libre dependen de las concentraciones de reactivos y productos 156

La célula impulsa reacciones endergónicas acoplándolas a reacciones exergónicas 157

ATP, la moneda energética de la célula 157

El ATP proporciona energía mediante la transferencia de un grupo fosfato 158

El ATP vincula reacciones exergónicas y endergónicas 158

La célula mantiene una proporción muy alta entre ATP y ADP 159

Transferencia de energía en reacciones redox 159

La mayoría de los transportadores de electrones transfiere átomos de hidrógeno 159

Enzimas 160

Todas las reacciones necesitan una cantidad específica de energía de activación 161

Las enzimas disminuyen la energía de activación de las reacciones 162

Las enzimas actúan formando un complejo enzima-sustrato 162

Las enzimas poseen especificidad 163

Muchas enzimas requieren cofactores 163

Las enzimas poseen eficacia máxima en condiciones óptimas 163

Las enzimas se organizan en grupos en las rutas metabólicas 164

La célula regula la actividad enzimática 165

Algunos agentes químicos pueden inhibir enzimas 166

Algunos medicamentos son inhibidores enzimáticos 167

8 CÓMO PRODUCEN ATP LAS CÉLULAS: MECANISMOS DE LIBERACIÓN DE ENERGÍA 171

Reacciones redox 172

Las cuatro etapas de la respiración aerobia 173

En la glucólisis, la glucosa se convierte en dos piruvatos 174

El piruvato se convierte en acetil-CoA 175

El ciclo del ácido cítrico oxida la acetil-CoA 178

La cadena de transporte de electrones está acoplada a la síntesis de ATP 179

La respiración aerobia de una molécula de glucosa genera un máximo de 36 a 38 moléculas de ATP 183

Las células regulan la respiración aerobia 185

Otros nutrientes diferentes a la glucosa también producen energía 185

Respiración anaerobia y fermentación 186

La fermentación alcohólica y la fermentación láctica son ineficientes 187

Parte 2 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS VIVOS 152

7 ENERGÍA Y METABOLISMO 152

El trabajo biológico 153

Los organismos realizan conversiones entre energía potencial y energía cinética 153

Las leyes de la termodinámica 154

La cantidad total de energía en el universo no cambia 154

La entropía del universo es creciente 154

9 FOTOSÍNTESIS: CAPTURA DE ENERGÍA 191

La luz 192

Los cloroplastos 193

La clorofila se encuentra en la membrana tilacoidal 193

La clorofila es el principal pigmento fotosintético 194

Revisión de la fotosíntesis 196

El ATP y el NADPH son los productos de las reacciones dependientes de la luz: panorama general 197

Durante las reacciones de fijación de carbono se producen azúcares: panorama general del proceso 197

Las reacciones dependientes de la luz 198

Los fotosistemas I y II están constituidos por un centro de reacción y múltiples complejos antena 198

El transporte no cíclico de electrones produce ATP y NADPH 198

El transporte cíclico de electrones produce ATP pero no NADPH 200

La síntesis de ATP se produce por quimiósmosis 200

Las reacciones de fijación de carbono 202

La mayor parte de las plantas utiliza el ciclo de Calvin para fijar carbono 202

La fotorrespiración disminuye la eficiencia de la fotosíntesis 204

El paso inicial en la fijación del carbono difiere entre las plantas C₄ y las CAM 204

Diversidad metabólica 206

La fotosíntesis en las plantas y el medio ambiente 207

Sin núcleo, los procariontes se dividen por fisión binaria 221

Regulación del ciclo celular 221

Reproducción sexual y meiosis 223

La meiosis produce células haploides con combinaciones singulares de genes 224

La profase I incluye sinapsis y entrecruzamiento 224

Durante la meiosis I, los cromosomas homólogos se separan 225

Las cromátidas se separan en la meiosis II 225

La mitosis y la meiosis dan lugar a resultados opuestos 225

El momento de la meiosis en el ciclo vital varía entre especies 228

11 LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA HERENCIA 234

Principios de la herencia de Mendel 235

Los alelos se separan antes de que se formen los gametos: el principio de la segregación 236

Los alelos ocupan loci correspondientes en cromosomas homólogos 238

Un cruzamiento monohíbrido implica individuos con diferentes alelos de un determinado locus 238

Un cruzamiento dihíbrido implica individuos que presentan alelos diferentes en dos loci 240

Los alelos de cromosomas no homólogos se distribuyen aleatoriamente en los gametos: el principio de la transmisión independiente 241

El reconocimiento de los trabajos de Mendel llegó a principios del siglo xx 242

Utilización de la probabilidad para predecir la herencia mendeliana 243

Las reglas de la probabilidad se pueden aplicar a multitud de cálculos 244

Aplicación de conceptos: Resolviendo problemas de genética 245

Herencia y cromosomas 246

Los genes ligados no se distribuyen independientemente 246

El cálculo de la frecuencia de entrecruzamiento revela el orden lineal de los genes ligados en un cromosoma 247

El sexo generalmente está determinado por los cromosomas sexuales 248

Extensión de la genética mendeliana 252

La dominancia no siempre es completa 252

En una población pueden existir múltiples alelos para un locus 253

Un único gen puede afectar múltiples aspectos de un fenotipo 253

Los alelos de diferentes loci pueden interactuar para producir un fenotipo determinado 254

Los poligenes actúan de manera aditiva para producir un fenotipo 255

Los genes interactúan con el ambiente para modelar el fenotipo 256

Parte 3 LA CONTINUIDAD DE LA VIDA: GENÉTICA 211

10 CROMOSOMAS, MITOSIS Y MEIOSIS 211

Cromosomas eucariontes 212

El DNA se organiza en unidades de información llamadas genes 212

El DNA se empaqueta de manera muy organizada en los cromosomas 212

El número de cromosomas y su contenido de información difiere entre especies 214

El ciclo celular y la mitosis 215

Los cromosomas se duplican durante la interfase 215

Los cromosomas duplicados son visibles al microscopio durante la profase 216

La prometafase empieza cuando la envoltura nuclear se desintegra 218

Los cromosomas duplicados se alinean en el plano medio de la célula durante la metafase 218

Los cromosomas se desplazan hacia los polos durante la anafase 219

Durante la telofase se forman dos núcleos separados 220

La citocinesis genera dos células hijas separadas 220

La mitosis genera dos células genéticamente idénticas a las células progenitoras 221

12 DNA: EL PORTADOR DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA 260

Pruebas de que el DNA es el material genético 261

El DNA es el principio transformador en bacterias 261

El DNA es el material genético en ciertos virus 263

La estructura del DNA 263

Los nucleótidos pueden unirse en cualquier orden mediante enlaces covalentes para formar largos polímeros 263

El DNA se compone de dos cadenas polinucleotídicas entrelazadas formando una doble hélice 264

En el DNA de cadena doble, se forman puentes de hidrógeno entre A y T y entre G y C 265

Replicación del DNA 266

Meselson y Stahl confirmaron el mecanismo de replicación semiconservativa 266

La replicación semiconservativa explica la perpetuación de las mutaciones 268

La replicación del DNA requiere una “maquinaria” proteínica 270

Existen enzimas que revisan y reparan errores en el DNA 274

Los telómeros protegen los extremos de los cromosomas eucariontes 275

13 EXPRESIÓN GÉNICA 279

Descubrimiento de la relación gen-proteína 280

Beadle y Tatum propusieron la hipótesis un-gen, una-enzima 280

El flujo de la información de DNA a proteína: visión general 282

El DNA se transcribe para formar RNA 282

El RNA se traduce para formar un polipéptido 282

Los biólogos descifraron el código genético en la década de 1960 283

Transcripción 285

La síntesis del mRNA incluye iniciación, elongación y terminación 286

El RNA mensajero contiene secuencias de bases que no codifican directamente una proteína 288

Traducción 288

Los aminoácidos se unen al tRNA antes de incorporarse al polipéptido 288

Los componentes de la maquinaria traduccional se reúnen en los ribosomas 289

Variaciones en la expresión génica en diferentes organismos 292

La transcripción y la traducción están acopladas en los procariontes 293

El mRNA eucarionte se modifica después de la transcripción y antes de la traducción 293

Se transcriben tanto secuencias codificadoras como no codificadoras de los genes eucariontes 294

Varios tipos de RNA eucariontes juegan un papel en la expresión génica 296

La definición de gen ha evolucionado a medida que los biólogos han aprendido más sobre los genes 297

El sentido normal del flujo de la información tiene excepciones 297

Mutaciones 298

Las mutaciones de cambio de base resultan de la sustitución de un par de bases por otro 298

Las mutaciones de cambio en la pauta de lectura resultan de la inserción o la delección de pares de bases 298

Algunas mutaciones implican grandes segmentos de DNA 298

Las mutaciones tienen varias causas 300

14 REGULACIÓN GÉNICA 304

Regulación génica en bacterias y en eucariontes: una visión general 305

Regulación génica en bacterias 306

Los operones de las bacterias facilitan el control coordinado de los genes funcionalmente relacionados 306

En bacterias ocurre cierta regulación postranscripcional 309

Regulación génica en células eucariontes 312

La transcripción eucarionte está controlada en muchos puntos y por muchas moléculas reguladoras diferentes 313

Los mRNA de los eucariontes presentan muchos tipos de controles postranscripcionales 317

Las modificaciones químicas postraduccionales pueden alterar la actividad de las proteínas eucariontes 318

15 TECNOLOGÍA DEL DNA Y GENÓMICA 322

Clonación de DNA 323

Las enzimas de restricción son “tijeras moleculares” 323

El DNA recombinante se forma cuando el DNA se inserta en un vector 324

El DNA se puede clonar dentro de las células 324

La reacción en cadena de la polimerasa es una técnica para amplificar DNA *in vitro* 328

Análisis del DNA 330

El gel de electroforesis se utiliza para separar macromoléculas 330

Las transferencias de DNA, RNA y proteína detectan fragmentos específicos 331

Los polimorfismos de longitud de los fragmentos de restricción son una medida de las relaciones genéticas 331

Una manera de caracterizar el DNA es determinar su secuencia nucleotídica 331

Genómica 333

La identificación de genes que codifican proteínas es útil para la investigación y para aplicaciones médicas 334

Una manera de estudiar el funcionamiento de los genes es silenciarlos uno a uno 335

Los microchips de DNA son una herramienta poderosa para el estudio de la interacción de los genes 335

El Proyecto Genoma Humano estimuló estudios sobre las secuencias de genomas de otras especies 337

Aplicaciones de las tecnologías de DNA 338

La tecnología del DNA ha revolucionado la medicina y la farmacología 338

La identificación genética tiene numerosas aplicaciones 339
Los organismos transgénicos han incorporado DNA foráneo en sus células 340

La tecnología del DNA ha generado preocupaciones de seguridad 342

16 EL GENOMA HUMANO 346

Estudiando la genética humana 347

Los cromosomas humanos se estudian mediante el cariotipado 347

Los pedigrís familiares ayudan a identificar ciertas condiciones heredadas 348

El Proyecto Genoma Humano secuenció el DNA de todos los cromosomas humanos 349

La genómica comparativa ha revelado varios centenares de segmentos de DNA idénticos en los genomas humano y de ratón 350

Los investigadores utilizan modelos murinos para estudiar enfermedades genéticas humanas 350

Anomalías en el número y la estructura cromosómicos 351

El síndrome de Down está causado normalmente por trisomía 21 353

La mayoría de las aneuploidías de cromosomas sexuales son menos severas que las aneuploidías autosómicas 354

Las anomalías en la estructura cromosómica causan ciertos trastornos 354

Enfermedades genéticas causadas por mutaciones en un único gen 356

Muchas enfermedades genéticas se heredan como rasgos autosómicos recesivos 356

Algunas enfermedades genéticas se heredan como rasgos autosómicos dominantes 358

Algunas enfermedades genéticas se heredan como rasgos recesivos ligados al X 359

Terapia génica 360

Los programas de terapia génica se examinan cuidadosamente 360

Análisis y asesoramiento genéticos 361

El diagnóstico prenatal detecta anomalías cromosómicas y defectos génicos 361

Los cribados genéticos buscan genotipos o cariotipos 362

Los consejeros genéticos educan a la gente respecto a las enfermedades genéticas 363

Genética humana, sociedad y ética 363

La discriminación genética provoca un acalorado debate 364

Se deben tratar muchas cuestiones éticas relacionadas con la genética humana 364

17 GENÉTICA DEL DESARROLLO 368

Diferenciación celular y equivalencia nuclear 369

La mayoría de las diferencias celulares se deben a una expresión génica diferencial 369

Un núcleo totipotente contiene todas las instrucciones para el desarrollo 370

El primer mamífero clonado era una oveja 371

Las células madre se dividen y dan lugar a células diferenciadas 372

El control genético del desarrollo 374

Una variedad de organismos modelo proporcionan claves sobre los procesos biológicos básicos 374

Muchos ejemplos de genes que controlan el desarrollo se han identificado en la mosca de la fruta *Drosophila* 375

Caenorhabditis elegans tiene un patrón de desarrollo relativamente rígido 380

El ratón es un modelo para el desarrollo en mamíferos 383

Arabidopsis es un modelo para el estudio del desarrollo en plantas, incluyendo los factores de transcripción 385

Cáncer y desarrollo celular 386

Parte 4 LA CONTINUIDAD DE LA VIDA: EVOLUCIÓN 390

18 INTRODUCCIÓN A LA EVOLUCIÓN DARWINIANA 390

¿Qué es la evolución? 391

Ideas predarwinianas sobre evolución 391

Darwin y la evolución 392

Darwin propuso que la evolución ocurre por selección natural 394

La síntesis moderna combina la teoría darwiniana con la genética 394

Los biólogos estudian el efecto del azar en la evolución 395

Pruebas de la evolución 396

El registro paleontológico aporta pruebas sólidas en apoyo de la evolución 396

La anatomía comparada de especies afines muestra similitudes en sus estructuras 400

La distribución de plantas y animales sustenta la evolución 402

La biología del desarrollo ayuda a aclarar los patrones evolutivos 404

Las comparaciones moleculares entre organismos aportan pruebas en favor de la evolución 405

Las hipótesis acerca de la evolución pueden someterse a prueba experimental 408

19 EL CAMBIO EVOLUTIVO EN LAS POBLACIONES 412

Genotipo, fenotipo, y frecuencias alélicas 413

El principio de Hardy-Weinberg 413

El equilibrio genético ocurre bajo ciertas condiciones 415

El grupo sanguíneo humano MN como ejemplo valioso del principio de Hardy-Weinberg 415

Microevolución 416

El apareamiento no aleatorio modifica las frecuencias genotípicas 416

Las mutaciones incrementan la variación en la población 417

- En la deriva genética, las frecuencias alélicas son modificadas por acontecimientos aleatorios 417
- El flujo génico suele incrementar la variación dentro de una población 418
- La selección natural modifica las frecuencias alélicas de una manera que incrementa la adaptación 418
- Variación genética en las poblaciones 421**
- Existe polimorfismo genético en los genes y en las proteínas que éstos codifican 421
- El polimorfismo equilibrado existe durante periodos prolongados 422
- La variación neutra no proporciona ventajas ni desventajas selectivas 424
- Poblaciones situadas en diferentes regiones geográficas a menudo muestran adaptaciones genéticas al ambiente local 425

20 ESPECIACIÓN Y MACROEVOLUCIÓN 428

- ¿Qué es una especie? 429
- Aislamiento reproductivo 430**
- Las barreras precigóticas obstaculizan la fecundación 430
- Las barreras poscigóticas impiden el flujo génico cuando ocurre la fecundación 431
- Los biólogos están descubriendo las bases genéticas de los mecanismos de aislamiento 432
- Especiación 432**
- Aislamiento físico prolongado y diferentes presiones selectivas causan la especiación alopátrida 433
- Dos poblaciones divergen en el mismo espacio físico por especiación simpátrida 434
- El aislamiento reproductivo se rompe en las zonas de hibridación 437
- La tasa del cambio evolutivo 438**
- Macroevolución 439**
- Las características evolutivas de nueva aparición se originan por modificaciones de estructuras preexistentes 439
- La radiación adaptativa es la diversificación evolutiva de una especie ancestral en muchas especies 440
- La extinción es un aspecto importante de la evolución 442
- ¿Se relaciona la microevolución con la especiación y la macroevolución? 444

21 ORIGEN E HISTORIA EVOLUTIVA DE LA VIDA 447

- La evolución química en la Tierra primitiva 448**
- En la Tierra primitiva se formaron moléculas orgánicas 449
- Las primeras células 450**
- La reproducción molecular fue un paso crucial para la aparición de las células 450
- La evolución biológica comenzó con las primeras células 452
- Es probable que las primeras células hayan sido heterótrofas 452
- Los aerobios aparecieron tras el aumento del contenido en oxígeno de la atmósfera 453

Las células eucariontes surgieron de las procariontes 453

La historia de la vida 455

- Las rocas del periodo Ediacara contienen fósiles de células y de animales simples 455
- Una diversidad de organismos surgió durante la era Paleozoica 455
- Los dinosaurios y otros reptiles dominaron la era Mesozoica 459
- La era Cenozoica se conoce como la “edad de los mamíferos” 461

Aplicación de conceptos: El origen del vuelo en las aves 462

22 EVOLUCIÓN DE LOS PRIMATES 466

Adaptaciones de los primates 467

Clasificación de los primates 468

- El suborden de los antropoides comprende los monos, los simios y los seres humanos 469
- Los simios son nuestros parientes vivos más próximos 469

Evolución de los homínidos 471

- Los primeros homínidos pueden haber vivido hace 6 a 7 millones de años 473
- Los australopitecinos son ancestros inmediatos del género *Homo* 474
- Homo habilis* es el miembro más antiguo del género *Homo* 474
- Al parecer *Homo erectus* surgió de *Homo habilis* 475
- El *Homo sapiens* arcaico apareció desde hace unos 400 000 a 200 000 años 475
- El hombre de Neandertal apareció hace alrededor de 230 000 años 475

Aplicación de conceptos: Los humanos más pequeños 476

El origen de *H. sapiens* moderno es motivo de debate entre biólogos 477

Cambios culturales 478

- El desarrollo de la agricultura permitió un suministro de alimentos más estable 478
- La evolución cultural ha tenido un profundo efecto en la biosfera 479

Parte 5 LA DIVERSIDAD DE LA VIDA 482

23 PARA COMPRENDER LA DIVERSIDAD: SISTEMÁTICA 482

Clasificando organismos 483

- Los organismos se nombran utilizando un sistema binominal 483
- Cada nivel taxonómico es más general que el grupo inferior 484
- Los biólogos se están alejando de las categorías linneanas 484

Determinando las ramas principales del árbol de la vida 484

Reconstruyendo la filogenia 487

Las estructuras homólogas son importantes para determinar las relaciones evolutivas 489

Los caracteres derivados compartidos proporcionan claves acerca de la filogenia 489

Los biólogos eligen con minuciosidad los criterios taxonómicos 490

Las homologías moleculares ayudan a clarificar la filogenia 491

Los taxones se agrupan basándose en sus relaciones evolutivas 492

Construyendo árboles filogenéticos 493

El análisis del grupo externo se utiliza en la construcción e interpretación de los cladogramas 493

Un cladograma se construye considerando los caracteres derivados compartidos 494

En un cladograma, cada punto de ramificación representa una etapa evolutiva principal 496

Los sistemáticos utilizan el principio de la parsimonia para tomar decisiones 497

24 VIRUS Y PROCARIONTES 500

Virus 501

Un virus consta de ácido nucleico rodeado por una cubierta proteínica 501

Los virus pueden haberse desarrollado a partir de células 502

El Comité Internacional de Taxonomía de los Virus clasifica a los virus 502

Los bacteriófagos son virus que atacan bacterias 503

Los virus se reproducen sólo en el interior de las células hospedadoras 503

En un ciclo reproductivo lítico se destruyen las células hospedadoras 503

Los virus templados pueden integrar su DNA en el DNA de la bacteria hospedadora 503

Muchos virus infectan a los vertebrados 505

Aplicación de conceptos: Gripe y otros virus emergentes y enfermedades reemergentes 506

Algunos virus infectan células vegetales 510

Viroides y priones 510

Los viroides son los patógenos más pequeños que se conocen 510

Los priones son partículas proteínicas 511

Procariontes 512

Los procariontes tienen varias formas comunes 512

Las células procariontes carecen de organelos rodeados por membranas 512

La superficie de la célula suele estar cubierta por una pared celular 512

Muchos tipos de procariontes son móviles 513

Los procariontes tienen una molécula circular de DNA 514

La mayoría de los procariontes se reproducen por fisión binaria 514

Las bacterias transfieren información genética 514

La evolución avanza rápidamente en las poblaciones bacterianas 516

Algunas bacterias forman endosporas 516

Muchas bacterias forman biopelículas 516

La diversidad metabólica ha evolucionado entre los procariontes 517

La mayoría de los procariontes necesita oxígeno 517

Los dos dominios de procariontes 518

Algunas arqueas sobreviven en ambientes extremos 519

Las bacterias son los procariontes más conocidos 520

Impacto de los procariontes 520

Algunos procariontes causan enfermedades 523

Los procariontes se utilizan en muchos procesos industriales 526

25 PROTISTAS 530

Introducción a los protistas 531

Evolución de los eucariontes 531

Las mitocondrias y los cloroplastos probablemente se originaron a partir de endosimbiontes 532

Está llegándose a un consenso en la clasificación de los eucariontes 532

Protistas representativos 534

Los excavados son zooflagelados anaerobios 534

Los discicristados incluyen los euglenoideos y los tripanosomas 536

Los alveolados tienen vesículas aplanadas bajo la membrana plasmática 537

Las células móviles de los heterocontos son biflageladas 540

Las algas rojas, las algas verdes y las plantas terrestres se clasifican en su conjunto como plantas 545

Los cercozoos son células ameboides encerradas en conchas 546

Los amebozoos tienen pseudópodos de tipo lobopodio 547

Los opistocontos incluyen a los coanoflagelados, los hongos y los animales 551

26 REINO FUNGI 555

Características de los hongos 556

Los hongos absorben alimento del medio 556

Los hongos tienen paredes celulares que contienen quitina 556

La mayor parte de los hongos tiene una estructura corporal filamentosa 556

La mayor parte de los hongos se reproduce por esporas 556

Diversidad fúngica 558

Los hongos se incluyen en el clado opistocontos 558

Diversos grupos de hongos han evolucionado 560

Los quitridiomicetos tienen esporas flageladas 560

Los cigomicetos se reproducen sexualmente mediante formación de cigosporas 561

Los glomeromicetos son simbioses con las raíces de las plantas 565

Los ascomicetos se reproducen sexualmente por formación de ascosporas 566

Los basidiomicetos se reproducen sexualmente formando basidiosporas 568

Importancia ecológica de los hongos 570

Los hongos forman relaciones simbióticas con algunos animales 570

Las micorrizas son relaciones simbióticas entre hongos y raíces de plantas 570

Los líquenes son relaciones simbióticas entre un hongo y un fotoautótrofo 572

Importancia económica, biológica y médica de los hongos 574

Los hongos nos proporcionan bebidas y alimentos 574

Los hongos son importantes para la biología moderna y la medicina 574

Algunos hongos causan enfermedades en animales 576

Los hongos causan muchas enfermedades importantes en las plantas 576

27 REINO PLANTAE:

PLANTAS SIN SEMILLAS 581

Adaptaciones de las plantas 582

El ciclo vital de las plantas alterna una generación haploide y otra diploide 582

Cuatro grupos principales de plantas han evolucionado 583

Briofitas 584

Los gametofitos de los musgos se diferencian en “hojas” y “tallos” 585

Las hepáticas son talosas o foliosas 587

Los gametofitos de las antocerotas son plantas talosas poco llamativas 587

Las briofitas se usan en estudios experimentales 588

Los detalles sobre la evolución de las briofitas se basan en evidencias fósiles, estructurales y moleculares 589

Plantas vasculares sin semillas 589

Aplicación de conceptos: Plantas primitivas y formación de carbón 590

Los licopodios son plantas pequeñas con rizomas y ramas cortas y erectas 591

Los helechos son un grupo diverso de plantas vasculares generadoras de esporas 591

Algunos helechos y licopodios son heterospóreos 595

Las plantas vasculares sin semillas se utilizan en estudios experimentales 595

Las plantas vasculares sin semillas surgieron hace más de 420 millones de años 595

28 REINO PLANTAE:

PLANTAS CON SEMILLAS 600

Introducción a las plantas con semillas 601

Gimnospermas 601

Las coníferas son plantas leñosas que producen semillas en conos o estróbilos 602

Las cicadáceas tienen estróbilos de semillas y hojas compuestas 605

Ginkgo biloba es la única especie viva de su división 606

Las gnetofitas incluyen tres géneros poco comunes 606

Plantas con flores 607

Monocotiledóneas y dicotiledóneas son las dos clases principales de plantas con flores 608

La flor participa en la reproducción sexual 608

El ciclo vital de las plantas con flores incluye la doble fecundación 610

Las semillas y los frutos se desarrollan después de la fecundación 611

Las plantas con flores tienen muchas adaptaciones que explican su éxito 611

El estudio de la evolución en las plantas aporta nuevas percepciones de los procesos evolutivos 613

La evolución de las plantas con semillas 614

En los últimos años se han hecho grandes avances en la interpretación de la evolución de las plantas con flores 614

29 EL REINO ANIMAL: UNA INTRODUCCIÓN A LA DIVERSIDAD ANIMAL 619

Características animales 620

Adaptaciones a los hábitat 620

El hábitat marino ofrece muchas ventajas 620

Algunos animales se han adaptado a los hábitat dulciacuícolas 621

La vida en la tierra requiere grandes adaptaciones 621

El origen de los animales 621

La sistemática molecular ayuda a los biólogos a interpretar el registro fósil 622

Los biólogos desarrollan hipótesis sobre la evolución del desarrollo 622

Reconstruyendo la filogenia animal 622

Los animales muestran dos tipos principales de simetría corporal 622

Los planos del cuerpo de los animales están relacionados con el nivel de desarrollo histórico 624

Los biólogos agrupan a los animales según el tipo de cavidad corporal 624

Los animales bilateria forman dos grupos principales de acuerdo con diferencias en su desarrollo 625

Los biólogos han identificado los principales grupos basándose en la estructura 625

Los datos moleculares contribuyen a nuestro conocimiento acerca de las relaciones animales 626

Los parazoa: esponjas 630

Los coanocitos son característicos de las esponjas 630

Los radiata: animales con simetría radial y dos capas celulares 631

Los cnidarios tienen células urticantes exclusivas 631

Los ctenophora tienen células adhesivas pegajosas con las que atrapan a las presas 636

30 EL REINO ANIMAL: LOS PROTÓSTOMOS 640

Importancia del celoma 641

Los Lophotrochozoa 641

Los gusanos planos son bilaterales acelomados 641

El filo Nemertea se caracteriza por la probóscide 643
Los moluscos tienen pie, masa visceral y manto 644
Los anélidos son gusanos con el cuerpo segmentado 649
Los filos de lofoforados se caracterizan por una corona de tentáculos ciliados 652
Los rotíferos tienen una corona de cilios 653
Los Ecdysozoa 654
Los gusanos redondos revisten gran importancia ecológica 654
Los artrópodos se caracterizan por tener apéndices articulados y un exosqueleto de quitina 655

31 EL REINO ANIMAL: LOS DEUTEROSTOMADOS 667

¿Qué son los Deuterostomados? 668
Equinodermos 668
Los miembros de la clase Crinoidea son suspensivos 668
Muchos miembros de la clase Asteroidea capturan presas 669
La clase Ophiuroidea es la clase más grande de los equinodermos 670
Los miembros de la clase Echinoidea tienen espinas móviles 670
Los miembros de la clase Holothuroidea son animales lentos de forma alargada 671
Caracteres de los cordados 671
Cordados invertebrados 672
Los tunicados son animales marinos comunes 672
Los anófxos pueden estar estrechamente relacionados con los vertebrados 673
Los sistemáticos están progresando en el conocimiento de la filogenia de los cordados 674
Introducción a los vertebrados 674
La columna vertebral es un carácter vertebrado clave 674
La taxonomía de los vertebrados es un trabajo en revisión 676
Peces sin mandíbulas 677
Evolución de las mandíbulas y patas: peces mandibulados y anfibios 678
Los miembros de la clase Chondrichthyes son peces cartilaginosos 678
Las rayas dieron origen a los peces óseos modernos 680
Los descendientes de los peces pulmonados invadieron la tierra 680
Los anfibios fueron los primeros vertebrados terrestres que tuvieron éxito 682
Amniotas 683
Nuestro conocimiento sobre la filogenia de los amniotas está cambiando 684
Los reptiles tienen muchas adaptaciones terrestres 686
Los reptiles modernos se asignan a cuatro grupos 686
¿Las aves son realmente dinosaurios? 687
Algunos dinosaurios tenían plumas 688
Las aves modernas están adaptadas para el vuelo 689
Los mamíferos tienen pelo y glándulas mamarias 690

Parte 6 ESTRUCTURA Y PROCESOS VITALES EN PLANTAS 698

32 ESTRUCTURA, CRECIMIENTO Y DIFERENCIACIÓN DE LAS PLANTAS 698

Estructura y duración de vida de las plantas 699
Las plantas tienen diferentes estrategias vitales 700
El cuerpo de las plantas 700
El cuerpo de la planta está formado por células y tejidos 700
El sistema fundamental está constituido por tres tejidos simples 702
El sistema vascular consiste en dos tejidos complejos 706
El sistema dérmico consiste en dos tejidos complejos 708
Meristemos vegetales 710
El crecimiento primario ocurre en los meristemos apicales 711
El crecimiento secundario ocurre en los meristemos laterales 712

33 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LAS HOJAS 715

Forma y estructura de la hoja 716
La estructura de la hoja consiste en una epidermis, tejido fotosintético y tejido vascular 716
La estructura de la hoja está relacionada con su función 720

Aplicación de conceptos: La contaminación atmosférica y las hojas 721

Abertura y cierre de los estomas 722
La luz azul desencadena la apertura de los estomas 722
Otros factores adicionales influyen en la apertura y cierre de los estomas 724
Transpiración y gutación 724
Algunas plantas exudan agua en estado líquido 725
Abscisión foliar 725
En muchas hojas, el desprendimiento ocurre en un área de abscisión cerca de la base del peciolo 726
Hojas modificadas 726
Las hojas modificadas de las plantas insectívoras capturan insectos 728

34 TALLOS Y TRANSPORTE EN PLANTAS VASCULARES 731

Estructura externa de los tallos en una rama leñosa 732
Crecimiento y estructura del tallo 732
Los tallos herbáceos de eudicotas y monocotas difieren en su estructura interna 733
Las plantas leñosas tienen tallos con crecimiento secundario 734

Aplicación de conceptos: Análisis de los anillos de crecimiento 738

El transporte en el cuerpo de la planta 739

El agua y los minerales se transportan por el xilema 740

El azúcar en solución se transloca en el floema 742

35 RAÍCES Y NUTRICIÓN MINERAL 748

Estructura y función de la raíz 749

Las raíces tienen una caliptra y pelos radicales 749

La disposición de los tejidos vasculares permite distinguir entre las raíces de las eudicotiledóneas herbáceas y las de las monocotiledóneas 749

Las plantas leñosas tienen raíces con crecimiento secundario 753

Algunas raíces se especializan en funciones poco comunes 754

Asociaciones de las raíces con hongos y bacterias 756

Las micorrizas favorecen la captación de minerales esenciales por las raíces 756

Las bacterias rizobiales fijan nitrógeno en las raíces de las plantas leguminosas 756

El medio edáfico 757

El suelo está constituido por minerales inorgánicos, materia orgánica, aire y agua 758

Los organismos que viven en el suelo forman un ecosistema complejo 760

El pH del suelo afecta sus características y el crecimiento de las plantas 761

El suelo aporta la mayor parte de los minerales que se encuentran en las plantas 761

Un uso incorrecto del suelo puede dañarlo 762

36 REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS CON FLORES 767

El ciclo de vida de una angiosperma 768

Las flores se desarrollan en los meristemos apicales 769

Cada parte de una flor tiene una función específica 769

Los gametofitos femeninos se encuentran en el ovario, y los masculinos, en la antera 769

La polinización 771

Muchas plantas tienen mecanismos para prevenir la autopolinización 771

Las angiospermas y los animales que las polinizan han coevolucionado 771

Algunas plantas con flores dependen del viento para la dispersión del polen 774

Fecundación y desarrollo de semillas y frutos 775

En las plantas con flores ocurre un proceso único de doble fecundación 776

El desarrollo embrionario en las semillas es ordenado y predecible 776

La semilla madura contiene una planta embrionaria y sustancias de almacenamiento 777

Los frutos son ovarios maduros 777

Los modos de dispersión de frutos y semillas son muy variados 780

Germinación y crecimiento temprano 782

Algunas semillas no germinan de forma inmediata 782

Las eudicotiledóneas y las monocotiledóneas exhiben diferentes patrones de crecimiento temprano 782

Reproducción asexual en angiospermas 783

La apomixis es la producción de semillas sin el proceso sexual 784

Comparación entre la reproducción sexual y la asexual 785

La reproducción sexual tiene algunas desventajas 785

37 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS 789

Tropismos 790

Las fitohormonas y el desarrollo 791

Las fitohormonas actúan por la transducción de la señal 791

La auxina promueve el alargamiento celular 792

Las giberelinas promueven la elongación del tallo 794

Las citocininas promueven la división celular 795

Aplicación de conceptos: Cultivo de células y tejidos 796

El etileno estimula la abscisión y la maduración de los frutos 797

El ácido abscísico induce la dormancia de las semillas 797

Otras moléculas de señal afectan al crecimiento y desarrollo, incluyendo las defensas vegetales 798

Se están realizando progresos en la identificación de la señal de promoción de la floración 799

Señales lumínicas y desarrollo vegetal 800

El fitocromo detecta la duración del día 801

El fitocromo está relacionado con la competencia por la luz solar entre las plantas 802

El fitocromo participa en muchas otras respuestas de las plantas a la luz, incluyendo la germinación de las semillas 802

El fitocromo actúa por la transducción de la señal 802

La luz influye en los ritmos circadianos 803

Parte 7 ESTRUCTURA Y PROCESOS VITALES EN ANIMALES 807

38 INTRODUCCIÓN A LA ESTRUCTURA Y LA FUNCIÓN ANIMALES 807

Tejidos 808

Los tejidos epiteliales cubren el cuerpo y revisten sus cavidades 808

Los tejidos conjuntivos sostienen otras estructuras corporales 809

El tejido muscular se especializa en la contracción 815

Aplicación de conceptos: Tejidos indeseables: cánceres 816

El tejido nervioso controla músculos y glándulas 817

Órganos y sistemas 817

El cuerpo mantiene la homeostasis 817

Regulación de la temperatura corporal 822

Los ectotermos absorben calor de los alrededores 823

Los endotermos producen calor a partir de procesos metabólicos 823

Muchos animales se adaptan a los cambios de temperatura 824

39 PROTECCIÓN, SOSTÉN Y MOVIMIENTO 827

Cubiertas epiteliales 828

El epitelio de los invertebrados participa en la secreción o en el intercambio gaseoso 828

La piel de los vertebrados tiene funciones de protección y regulación de la temperatura 828

Sistema esquelético 829

En los esqueletos hidrostáticos los fluidos corporales transmiten la fuerza 829

Moluscos y artrópodos tienen esqueletos inanimados 830

Los esqueletos internos son capaces de crecer 830

El esqueleto de los vertebrados tiene dos divisiones principales 831

Contracción muscular 833

Los músculos de los invertebrados varían entre los grupos 834

Los músculos de vuelo de los insectos están adaptados para una contracción rápida 834

La musculatura esquelética de los vertebrados actúa de forma antagonista 834

Los músculos de los vertebrados suelen consistir en miles de fibras musculares 835

La contracción muscular ocurre cuando los filamentos de actina y miosina se deslizan uno sobre otro 837

El ATP acciona la contracción muscular 840

La fuerza de la contracción muscular varía 840

Las fibras musculares pueden estar especializadas en respuestas rápidas o lentas 841

Los músculos liso y cardíaco son involuntarios 842

40 COMUNICACIÓN NERVIOSA 845

Flujo de información a través del sistema nervioso 846

Neuronas y células gliales 847

Una neurona típica consta de un cuerpo celular, dendritas y un axón 847

Las células gliales proporcionan el soporte metabólico y estructural 848

Transmisión de la información en la neurona 849

La membrana neuronal tiene un potencial de reposo 849

Las señales locales graduadas varían en magnitud 851

Un potencial de acción se genera por un influjo de Na^+ y un eflujo de K^+ 851

Envío de señales nerviosas mediante sinapsis 855

Las señales transmitidas a través de sinapsis pueden ser eléctricas y químicas 855

Las neuronas usan los neurotransmisores para enviar señales a otras células 855

Aplicación de conceptos: Enfermedad de Alzheimer 857

Los neurotransmisores se unen a los receptores de las células postsinápticas 859

Los receptores activados pueden enviar señales excitatorias o inhibitorias 859

Integración nerviosa 860

Circuitos nerviosos 861

41 REGULACIÓN NERVIOSA 865

El sistema nervioso de los invertebrados 866

Organización del sistema nervioso de los vertebrados 867

La evolución del cerebro de los vertebrados 868

El rombencéfalo se transforma en el bulbo raquídeo, la protuberancia anular y el cerebelo 868

El mesencéfalo es prominente en peces y anfibios 869

El prosencéfalo da origen al tálamo, el hipotálamo y el cerebro 869

El sistema nervioso central de los humanos 871

La médula espinal transmite impulsos hacia y desde el encéfalo 871

La parte más prominente del encéfalo humano es el cerebro 872

La actividad encefálica experimenta ciclos en un patrón de sueño-vigilia 873

El sistema límbico influye en aspectos emocionales del comportamiento 876

Aplicación de conceptos: La neurobiología de las experiencias traumáticas 879

Procesamiento de la información 880

El aprendizaje implica el almacenamiento y la recuperación de información 881

El lenguaje involucra una comprensión y una expresión 883

El sistema nervioso periférico 883

La división somática ayuda al organismo a ajustarse al ambiente externo 884

La división autónoma regula el ambiente interno 884

Efectos de los fármacos en el sistema nervioso 886

Aplicación de conceptos: Alcohol, la droga de la que más se abusa 887

42 SISTEMAS SENSORIALES 893

Cómo trabajan los sistemas sensoriales 894

Los receptores sensoriales reciben la información 894

Los receptores sensoriales transducen la energía 894

La entrada sensorial se integra a varios niveles 894

Tipos de receptores sensoriales 896

Termorreceptores 897

Electrorreceptores y receptores electromagnéticos 898

Nociceptores 898

Mecanorreceptores 898

Los receptores de contacto se localizan en la piel 899
Los propioceptores ayudan a coordinar el movimiento muscular 899
Muchos invertebrados tienen receptores de gravedad llamados estatocistos 900
Las células pilosas se caracterizan por tener estereocilios 901
Los órganos de la línea lateral complementan la visión en los peces 901
El aparato vestibular mantiene el equilibrio 901
Los receptores auditivos se localizan en el caracol 903

Quimiorreceptores 906

Los receptores gustativos detectan moléculas disueltas de alimento 906
El epitelio olfatorio es responsable del sentido del olfato 908
Muchos animales se comunican mediante feromonas 909

Fotorreceptores 909

Los fotorreceptores de los invertebrados consisten en manchas oculares, ojos simples y ojos compuestos 909
Los ojos de los vertebrados forman imágenes nítidas 910
La retina contiene bastoncillos y conos fotosensibles 912

43 TRANSPORTE INTERNO 919

Tipos de sistemas circulatorios 920

Muchos invertebrados tienen un sistema circulatorio abierto 920
Algunos invertebrados tienen un sistema circulatorio cerrado 921
Los vertebrados tienen un sistema circulatorio cerrado 922

La sangre de los vertebrados 922

El plasma es el componente líquido de la sangre 922
Los glóbulos rojos transportan oxígeno 923
Los glóbulos blancos defienden al organismo contra agentes patógenos 924
Las plaquetas participan en la coagulación sanguínea 925

Vasos sanguíneos de los vertebrados 925

Evolución del sistema cardiovascular de los vertebrados 927

El corazón humano 928

Cada latido cardíaco es iniciado por un marcapasos 930
El sistema nervioso regula la frecuencia cardíaca 932
El volumen sistólico depende del retorno venoso 932
El gasto cardíaco varía con las necesidades del organismo 932

La presión arterial 933

Aplicación de conceptos: Enfermedades cardiovasculares 934

La presión de la sangre varía en diferentes vasos sanguíneos 934
La presión arterial está cuidadosamente regulada 936

El patrón de circulación 937

La circulación pulmonar oxigena la sangre 937
La circulación sistémica lleva sangre a los tejidos 937

El sistema linfático 938

El sistema linfático consta de vasos y tejido linfáticos 939

El sistema linfático desempeña un importante cometido en la homeostasis de líquidos 940

44 EL SISTEMA INMUNITARIO: DEFENSA INTERNA 944

Inmunidad inespecífica y específica: visión de conjunto 945

El sistema inmunitario responde a las señales de peligro 945
Los invertebrados tienen respuestas inmunitarias inespecíficas 946
Los vertebrados tienen respuestas inmunitarias inespecíficas y específicas 946

Respuestas inmunitarias inespecíficas 946

Los fagocitos y las células asesinas naturales destruyen a los patógenos 947
Respuestas inmunitarias por medio de citocinas y por el complemento 948
La inflamación es una respuesta protectora 949

Respuestas inmunitarias específicas 950

En las respuestas inmunitarias específicas participan muchas clases de células 950
El complejo principal de histocompatibilidad es responsable del reconocimiento de lo propio 952

Inmunidad por medio de células 952

Inmunidad por medio de anticuerpos 952

Un anticuerpo típico está formado por cuatro cadenas polipeptídicas 954
Los anticuerpos están agrupados en cinco clases 954
La unión del antígeno y el anticuerpo activa otros mecanismos de defensa 955
El sistema inmunitario responde frente a millones de antígenos diferentes 956
Los anticuerpos monoclonales son sumamente específicos 958

Memoria inmunitaria 958

Una respuesta inmunitaria secundaria es mucho más eficaz que una respuesta primaria 958
La inmunización produce inmunidad activa 959
La inmunidad pasiva es una inmunidad prestada 960

El sistema inmunitario y las enfermedades 960

Las células cancerosas escapan al sistema inmunitario 960
Las enfermedades por inmunodeficiencia pueden ser heredadas o adquiridas 961
El VIH es la principal causa de inmunodeficiencia adquirida en los adultos 961

Respuestas inmunitarias peligrosas 964

El rechazo de un injerto es una reacción inmunitaria contra el tejido trasplantado 964
La incompatibilidad Rh puede producir hipersensibilidad 965
Las reacciones alérgicas van dirigidas contra antígenos ambientales comunes 965
En una enfermedad autoinmunitaria el organismo ataca a sus propios tejidos 966

45 INTERCAMBIO GASEOSO 970

Adaptaciones para el intercambio gaseoso en el aire y en el agua 971

Tipos de superficies respiratorias 971

La superficie del cuerpo puede estar adaptada para el intercambio gaseoso 971

Los sistemas de tubos traqueales suministran aire directamente a las células 971

Las branquias son las superficies respiratorias de muchos animales acuáticos 972

Los vertebrados terrestres realizan el intercambio gaseoso a través de los pulmones 973

El sistema respiratorio de los mamíferos 975

El aire llega a los pulmones por las vías respiratorias 975

El intercambio gaseoso se produce en los alvéolos pulmonares 976

La ventilación se realiza por medio de la respiración 976

La cantidad de aire que se respira puede medirse 978

El intercambio gaseoso se realiza en los alvéolos 978

En los tejidos también se produce intercambio de gases 979

Los pigmentos respiratorios aumentan la capacidad de transporte de oxígeno 979

El dióxido de carbono es transportado principalmente en forma de iones bicarbonato 980

La respiración es regulada por los centros respiratorios del encéfalo 981

La hiperventilación reduce la concentración de dióxido de carbono 982

El vuelo a gran altitud o el buceo profundo pueden alterar la homeostasis 982

Algunos mamíferos están adaptados al buceo 982

Respiración de aire contaminado 983

Aplicación de conceptos: Efectos del tabaquismo 984

46 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN 989

Tipos y adaptaciones nutricionales 990

Los animales están adaptados a su modo de nutrición 990

Algunos invertebrados tienen la cavidad digestiva con una sola abertura 991

La mayor parte de los animales tiene un aparato digestivo con dos aberturas 992

El sistema digestivo de los vertebrados 993

El procesamiento de los alimentos comienza en la boca 993

La faringe y el esófago conducen el alimento al estómago 994

El alimento es digerido mecánica y enzimáticamente en el estómago 994

La mayor parte de la digestión enzimática se realiza en el intestino delgado 995

El hígado secreta bilis 996

El páncreas secreta enzimas digestivas 996

Los nutrientes son digeridos a medida que van recorriendo el tubo digestivo 997

La digestión está regulada por nervios y hormonas 998

La absorción se realiza principalmente a través de las vellosidades del intestino delgado 999

El intestino grueso elimina los residuos 1000

Nutrientes necesarios 1000

Los hidratos de carbono proporcionan energía 1001

Los lípidos proporcionan energía y se utilizan para producir otras moléculas biológicas 1001

Las proteínas actúan como enzimas y como componentes estructurales de las células 1002

Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales para el metabolismo normal 1002

Los minerales son nutrientes inorgánicos 1003

Los antioxidantes protegen contra los oxidantes 1003

Los fitoquímicos son importantes para el mantenimiento de la salud 1003

Metabolismo energético 1005

La desnutrición puede causar graves problemas de salud 1006

La obesidad es un grave problema nutricional 1006

47 OSMORREGULACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS DESECHOS METABÓLICOS 1011

Mantenimiento de los equilibrios hídrico y electrolítico 1012

Productos metabólicos de desecho 1012

Osmorregulación y excreción en invertebrados 1013

Los nefridios están especializados en la osmorregulación, la excreción o en ambas funciones 1013

Los túbulos de Malpighi conservan agua 1014

Osmorregulación y excreción en vertebrados 1015

Los vertebrados de agua dulce necesitan deshacerse del exceso de agua 1015

Los vertebrados marinos tienen que reemplazar los líquidos que pierden 1016

Los vertebrados terrestres tienen que conservar el agua 1016

El aparato urinario 1017

La nefrona es la unidad funcional del riñón 1018

La orina se produce por filtración, reabsorción y secreción 1019

La orina se concentra a su paso por el túbulo renal 1021

La orina está formada por agua, desechos nitrogenados y sales 1022

La función renal está regulada por hormonas 1023

48 REGULACIÓN ENDOCRINA 1028

Descripción de la regulación endocrina 1029

El sistema endocrino y el sistema nervioso interactúan para regular el cuerpo 1029

La actividad endocrina está regulada por mecanismos de retroalimentación negativa 1029

Las hormonas se clasifican en cuatro grupos químicos 1030

Tipos de regulación endocrina 1031

Las neurohormonas se transportan en la sangre 1031

Algunos reguladores locales se consideran hormonas 1031

Aplicación de conceptos: Los abusos de esteroides anabolizantes y otras hormonas 1032

Mecanismos de acción de las hormonas 1033

Algunas hormonas entran en la célula y activan genes 1033

Muchas hormonas se unen a receptores de la superficie celular 1033

Sistemas neuroendocrinos de los invertebrados 1035

El sistema endocrino de los vertebrados 1036

La homeostasis depende de que las concentraciones de hormonas sean normales 1036

El hipotálamo regula a la hipófisis 1037

El lóbulo posterior de la hipófisis libera hormonas producidas por el hipotálamo 1038

El lóbulo anterior de la hipófisis regula el crecimiento y a otras glándulas endocrinas 1038

Las hormonas tiroideas aumentan la tasa metabólica 1041

Las glándulas paratiroides regulan la concentración de calcio 1042

Los islotes del páncreas regulan la concentración de glucosa 1043

Las glándulas suprarrenales ayudan al cuerpo a responder al estrés 1045

Se conocen otras muchas hormonas 1047

49 REPRODUCCIÓN 1051

Reproducción asexual y sexual 1052

La reproducción asexual es una estrategia eficaz 1052

La mayoría de los animales se reproduce sexualmente 1052

La reproducción sexual aumenta la variabilidad genética 1053

Reproducción humana: el varón 1054

Los testículos producen espermatozoides y hormonas 1054

Una serie de conductos almacenan y transportan los espermatozoides 1056

Las glándulas accesorias producen la parte líquida del semen 1056

El pene transfiere los espermatozoides al cuerpo de la mujer 1057

La testosterona tiene múltiples efectos 1057

El hipotálamo, la hipófisis y los testículos regulan la reproducción en el varón 1058

Reproducción humana: la mujer 1058

Los ovarios producen óvulos y hormonas sexuales 1059

Los oviductos transportan el oocito secundario 1060

El embrión se desarrolla en el útero 1061

La vagina recibe el esperma 1061

La vulva está constituida por las estructuras genitales externas de la mujer 1061

Las mamas actúan en la lactancia 1062

Aplicación de conceptos: El cáncer de mama 1063

El hipotálamo, la hipófisis y los ovarios interactúan para regular la reproducción en la mujer 1063

El ciclo menstrual cesa al llegar la menopausia 1067

La mayoría de los mamíferos tiene ciclo estral 1067

Respuesta sexual 1067

Fecundación y primeras etapas del desarrollo 1068

Aplicación de conceptos: Orígenes insólitos 1069

El proceso del nacimiento 1070

Métodos de control de la natalidad 1071

La mayor parte de los anticonceptivos hormonales impide la ovulación 1073

El dispositivo intrauterino tiene un amplio uso 1073

Otros métodos anticonceptivos comunes son el diafragma y el preservativo 1074

También hay métodos anticonceptivos de urgencia 1074

La esterilización hace al individuo incapaz de producir descendencia 1074

Los abortos pueden ser espontáneos o provocados 1075

Enfermedades de transmisión sexual 1075

50 DESARROLLO ANIMAL 1080

Desarrollo de la forma 1081

Fecundación 1081

El primer paso de la fecundación implica contacto y reconocimiento 1081

La entrada del espermatozoide está regulada 1082

La fecundación activa al óvulo 1083

Los pronúcleos del espermatozoide y del óvulo se fusionan, restaurándose el estado diploide 1083

Segmentación 1083

El tipo de segmentación depende del vitelo 1083

La segmentación puede distribuir determinantes del desarrollo 1085

La segmentación aporta los elementos de construcción necesarios para el desarrollo 1086

Gastrulación 1087

El tipo de gastrulación depende de la cantidad de vitelo 1087

Organogénesis 1089

Membranas extraembrionarias 1091

Desarrollo prenatal humano 1091

La placenta es un órgano de intercambio 1092

El desarrollo de los órganos comienza durante el primer trimestre de la gestación 1094

El desarrollo continúa durante el segundo y el tercer trimestres de la gestación 1094

Se puede producir un parto múltiple por más de un mecanismo 1095

Los factores ambientales influyen sobre el embrión 1095

El recién nacido debe adaptarse a su nuevo ambiente 1095

El envejecimiento no es un proceso uniforme 1097

La reacción homeostática al estrés disminuye al envejecer 1097

51 COMPORTAMIENTO ANIMAL 1101

Comportamiento y adaptación 1102

Interacciones entre los genes y el ambiente 1102

El comportamiento depende de las capacidades fisiológicas 1103

Muchos patrones de comportamiento dependen de programas motores 1104

Aprendizaje a partir de la experiencia 1104

Los animales se habitúan a los estímulos irrelevantes 1105

La impronta se produce durante un periodo crítico 1105

En el condicionamiento clásico un reflejo queda asociado a un nuevo estímulo 1106

En el condicionamiento operante se refuerza un comportamiento espontáneo 1106

La cognición animal es muy discutida 1107

El juego puede ser un comportamiento práctico 1108

Ritmos biológicos y migración 1108

Los ritmos biológicos influyen sobre el comportamiento 1108

La migración depende de interacciones entre los ritmos biológicos, la fisiología y el ambiente 1109

Comportamiento de aprovisionamiento 1110

Comunicación y vida en grupo 1111

La comunicación es necesaria para el comportamiento social 1111

Los animales obtienen beneficios de la organización social 1113

Muchos animales defienden un territorio 1114

Selección sexual 1115

Los animales del mismo sexo compiten por su pareja 1115

Los animales eligen las cualidades de su pareja 1115

La selección natural favorece la poliginia 1116

Algunos animales cuidan de sus crías 1117

Comportamiento de ayuda 1118

El comportamiento altruista puede explicarse por la eficacia biológica inclusiva 1119

El comportamiento altruista puede tener otras explicaciones 1120

Algunos animales ayudan a otros no emparentados 1120

Sociedades muy organizadas 1121

Los insectos sociales forman sociedades complejas 1121

Las sociedades de vertebrados tienden a ser relativamente flexibles 1122

La sociobiología explica el comportamiento social humano en términos de adaptación 1123

Parte 8 LAS INTERACCIONES DE LA VIDA: ECOLOGÍA 1126

52 INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGÍA: ECOLOGÍA DE POBLACIONES 1126

Características de las poblaciones 1127

Densidad y distribución son características importantes de las poblaciones 1127

Cambios en el tamaño de la población 1129

La dispersión influye en la tasa de crecimiento de algunas poblaciones 1129

Cada población tiene una tasa intrínseca de crecimiento característica 1129

Ninguna población crece exponencialmente por tiempo indefinido 1130

Factores que afectan al tamaño de la población 1131

Los factores dependientes de la densidad regulan el tamaño de la población 1131

Generalmente los factores independientes de la densidad son abióticos 1133

Rasgos del historial de vida 1134

Las tablas de vida y las curvas de supervivencia reflejan las pautas de mortalidad y de supervivencia 1136

Metapoblaciones 1137

Poblaciones humanas 1139

No todos los países tienen las mismas tasas de crecimiento 1140

La estructura de edades de un país puede servir para predecir el crecimiento futuro de su población 1141

La degradación del ambiente se relaciona con el crecimiento de la población y el consumo de los recursos 1142

53 ECOLOGÍA DE COMUNIDADES 1146

Estructura y funcionamiento de las comunidades 1147

Las interacciones entre comunidades suelen ser complejas y no son evidentes 1147

El nicho describe la función ecológica de una especie en la comunidad 1148

La competencia puede ser intraespecífica o interespecífica 1149

La selección natural moldea tanto las formas del cuerpo como las conductas de la presa y del depredador 1153

Aplicación de conceptos: Refutación de las mariposas batesianas 1155

La simbiosis implica una asociación estrecha entre especies 1156

Las especies clave y las especies dominantes influyen en el carácter de la comunidad 1157

Biodiversidad de la comunidad 1158

Los ecólogos buscan explicar por qué en algunas comunidades habitan más especies que en otras 1158

La diversidad de especies probablemente induce la estabilidad de las comunidades 1161

Desarrollo de la comunidad 1161

Las perturbaciones influyen sobre la sucesión y la riqueza de especies 1162

Los ecólogos siguen estudiando la estructura de las comunidades 1163

54 ECOSISTEMAS Y BIOSFERA 1166

La energía fluye por los ecosistemas 1167

Las pirámides ecológicas ilustran cómo funcionan los ecosistemas 1168

Los ecosistemas varían en su productividad 1169
Cadenas tróficas y sustancias tóxicas en el ambiente 1171

Ciclos de la materia en los ecosistemas 1172

El dióxido de carbono es la molécula fundamental del ciclo del carbono 1173

Las bacterias son esenciales para el ciclo del nitrógeno 1174

El ciclo del fósforo carece de un componente gaseoso 1176

El agua circula entre océano, tierra y atmósfera en el ciclo hidrológico 1177

Regulación de los ecosistemas mediante procesos ascendentes y descendentes 1178

Los factores abióticos en los ecosistemas 1179

El sol calienta la Tierra 1179

Aplicación de conceptos: Vida sin Sol 1180

La atmósfera contiene varios gases esenciales para los organismos 1180

El océano mundial cubre la mayor parte de la superficie del planeta 1182

El clima afecta profundamente a los organismos 1183

Los incendios son una perturbación común en algunos ecosistemas 1184

Estudio de los procesos en los ecosistemas 1185

55 ECOLOGÍA Y LA GEOGRAFÍA DE LA VIDA 1189

Biomás 1190

La tundra consiste en las planicies turbosas frías más septentrionales 1190

El bosque boreal es el bosque perenne del norte 1191

Los bosques lluviosos templados se caracterizan por clima frío, niebla densa y altas precipitaciones 1192

Los bosques caducifolios templados forman un denso dosel de copas de hoja ancha 1194

Las praderas templadas se encuentran en zonas con precipitación moderada 1194

Aplicación de conceptos: Distribución de la vegetación en las montañas 1195

El chaparral es un soto de arbustos y árboles pequeños perennes 1196

Los desiertos son ecosistemas áridos 1196

La sabana es un herbazal tropical con árboles dispersos 1197

Existen dos tipos básicos de bosques en regiones tropicales 1198

Ecosistemas acuáticos 1199

Los ecosistemas de agua dulce están estrechamente relacionados con los terrestres y los marinos 1200

Existen estuarios donde se unen agua dulce y agua de mar 1203

Los ecosistemas marinos dominan la superficie terrestre 1204

Ecotonos 1207

Biogeografía 1208

Las regiones continentales se dividen en seis reinos biogeográficos 1208

56 CUESTIONES AMBIENTALES GLOBALES 1212

La crisis de la biodiversidad 1213

Las especies en peligro de extinción tienen ciertas características en común 1214

Aplicación de conceptos: Disminución de las poblaciones de anfibios 1215

Las actividades humanas contribuyen a la disminución de la diversidad biológica 1216

Biología de la conservación 1219

La conservación *in situ* es la mejor manera de preservar la diversidad biológica 1219

La ecología del paisaje considera los tipos de ecosistemas a escala regional 1220

Restaurar hábitat dañados o destruidos es la meta de la ecología de la restauración 1221

La conservación *ex situ* intenta salvar especies que se encuentran al borde de la extinción 1221

En Estados Unidos, la ley sobre especies en peligro de extinción facilita protección legal a especies y hábitat 1222

Los acuerdos internacionales ayudan a proteger especies y hábitat 1223

Deforestación 1224

¿Por qué están desapareciendo los bosques? 1224

¿Por qué están desapareciendo los bosques boreales? 1225

Calentamiento global 1226

Los gases de invernadero probablemente causan calentamiento global 1227

¿Cuáles son los efectos probables del calentamiento global? 1227

La cantidad de ozono en la estratosfera disminuye 1229

Determinados agentes químicos destruyen el ozono de la estratosfera 1229

La destrucción del ozono afecta a los organismos 1230

La cooperación internacional ayuda a reparar la capa de ozono 1230

Relaciones entre los problemas ambientales 1231

Apéndice A Tabla periódica de los elementos A-1

Apéndice B Clasificación de los organismos A-2

Apéndice C Comprensión de los términos biológicos A-6

Apéndice D Abreviaturas A-9

Apéndice E Respuestas a las preguntas de autoevaluación A-11

Glosario G-1

Índice I-1